

Rotationsreibschweißverfahren sowie Rotationsreibschweißanlage

Die Erfindung betrifft ein Rotationsreibschweißverfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Rotationsreibschweißanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Bei der Fertigung von Gasturbinen ist das Reibschweißen ein weitverbreitetes Fügeverfahren. Das Reibschweißen gehört zu den sogenannten Pressschweißverfahren, wobei man beim Reibschweißen das sogenannte lineare Reibschweißen vom Rotationsreibschweißen und dem sogenannten Rührreibschweißen unterscheidet. Die hier vorliegende Erfindung betrifft das sogenannte Rotationsreibschweißen, bei welchem rotationssymmetrische Bauteile durch Reibung aneinander gefügt bzw. miteinander verbunden werden. Beim Rotationsreibschweißen rotiert ein erstes Bauteil, wohingegen das andere Bauteil stillsteht und mit einer bestimmten Kraft gegen das rotierende Bauteil gedrückt wird. Hierbei passen sich Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile durch Warmverschmieden aneinander an.

Beim Verbinden von zwei rotationssymmetrischen Bauteilen mithilfe des Rotationsreibschweißens ist es von Bedeutung, dass die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile nach dem Rotationsreibschweißen exakt zueinander ausgerichtet sind. Hierzu gehört einerseits, dass die Längsmittelachsen der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen, und dass andererseits in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile eine vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen eingehalten ist. Das Einhalten der in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile vorgegebenen Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen bezeichnet man auch als Clocking. Handelt es sich bei den miteinander zu verbindenden, rotationssymmetrischen Bauteilen um integral beschaufelte Rotorscheiben, um sogenannte Blinks (bladed disks), so wird die Relativstellung in Umfangsrichtung durch die gewünschte relative Schaufelstellung der beiden integral beschaufelten Rotoren vorgegeben. Gerade bei der Verbindung von integral beschaufelten Rotorscheiben zur Herstellung von sogenannten Bliktrommeln ist die Einhaltung der in Umfangsrichtung vorgegebenen Relativstellung bzw. Winkelstellung von entscheidender Bedeutung.

Die US 5,858,142 offenbart ein Rotationsreibschweißverfahren, bei welchem die Einhaltung der vorgegebenen Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen, also das sogenannte Clocking, durch gezieltes Abbremsen des rotierenden Bauteils rea-

lisiert wird. Der Nachteil des Rotationsreibschweißverfahrens gemäß US 5,858,142 liegt unter anderem darin, dass beim Abbremsen des rotierenden Bauteils hohe Momente wirken, was zu einem Verwinden der gesamten Rotationsreibschweißanlage und damit zu einer reduzierten Genauigkeit der mithilfe des Rotationsreibschweißens hergestellten Verbindung führen kann. Weiterhin ist die Zeit, die zum Abbremsen des rotierenden Bauteils benötigt wird, relativ lange, sodass die Unsicherheit im Hinblick auf die einzuhaltende, vorgegebene Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden, rotationssymmetrischen Bauteilen relativ hoch ist.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Rotationsreibschweißverfahren und eine entsprechende Rotationsreibschweißanlage zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass das eingangs genannte Rotationsreibschweißverfahren durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß wird eine Relativstellung in Umfangsrichtung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen gemessen, wobei dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil rotiert.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird demnach vorgeschlagen, dass bei Erreichen einer vorgegebenen Abstauchung sowie Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen das stillstehende Bauteil freigegeben wird, sodass es zusammen mit dem drehenden Bauteil rotieren kann. Hieraus folgt unmittelbar, dass zum Abbremsen keine Momente abgefangen werden müssen. Hieraus ergibt sich der Vorteil, dass sich die Rotationsreibschweißanlage nicht mehr verwindet. Die Genauigkeit der mithilfe des Rotationsreibschweißens hergestellten Verbindung kann dadurch erhöht werden. Weiterhin kann im Sinne der hier vorliegenden Erfindung die sich beim Rotationsreibschweißen einstellende Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen genau eingestellt werden. Auch hierdurch erhöht sich die Qualität des Rotationsreibschweißens. Mithilfe der hier vorliegenden Erfindung ist es möglich, fertig bearbeitete, integral beschaufelte Rotorscheiben durch Rotationsreibschweißen zu sogenannten Blistertrommeln miteinander zu verbinden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt dann, wenn beide Bauteile miteinander verbunden sind und gemeinsam rotieren, eine

zusätzliche Abstauchung. Hierzu werden die beiden miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Rotationsreibschweißanlage;
- Fig. 2 eine Verbindungsnaht zwischen zwei miteinander verbundenen Bauteilen; und
- Fig. 3 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage,
- Fig. 4 dasselbe Detail wie Fig. 3 in einem anderen Betriebszustand.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Rotationsreibschweißanlage 10 zum Fügen zweier Bauteile 11 und 12, wobei sich zwischen den Bauteilen 11 und 12 beim Rotationsreibschweißen die in Fig. 2 vergrößert dargestellte Verbindungsnaht 13 ausbildet. Die in Fig. 1 dargestellte Rotationsreibschweißanlage 10 nach dem Stand der Technik verfügt über eine erste Spindel 14 und eine zweite Spindel 15. Auf der ersten Spindel 14 ist das Bauteil 11 und auf der zweiten Spindel das Bauteil 12 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 angeordnet bzw. gelagert. Hierzu sind den Spindeln 14 und 15 jeweils Spanneinrichtungen 16 und 17 zugeordnet. Mithilfe der Spanneinrichtungen 16 und 17 sind die miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 auf der jeweiligen Spindel 14 bzw. 15 befestigbar. Der ersten Spindel ist mindestens ein Schwungmassenkörper 23 zugeordnet.

Um nun die beiden Bauteile 11 und 12 mithilfe des Rotationsreibschweißens miteinander zu verbinden, wird das auf der ersten Spindel 14 gelagerte Bauteil 11 im Sinne des Pfeils 18 drehend bewegt, wobei das auf der zweiten Spindel 15 gelagerte Bauteil 12 im Sinne des Pfeils 19 mit einer Kraft gegen das Bauteil 11 gedrückt wird. Die Relativrotation zwischen den Bauteilen 11 und 12 sowie diese Kraft erzeugen eine Reibung und damit Erwärmung der beiden Bauteile 11 und 12 an Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 derselben. Hierbei erfolgt an den Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 ein Warmverschmieden des Werkstoffs der Bauteile 11 und 12. Hierbei bildet sich die in Fig. 2 schematisiert dargestellte Verbindungswulst 20 aus.

Bei Verbindung der beiden Bauteile 11 und 12 ist es von Bedeutung, dass die Längsachsen bzw. Längsmittelachsen der beiden Bauteile 11 und 12 nach dem Verbinden aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen und demnach kein Versatz zwischen den Längsachsen vorliegt. Weiterhin sind die beiden Bauteile 11 und 12 derart miteinander zu verbinden, dass in Umfangsrichtung der rotationssymmetrischen Bauteile 11 und 12 eine vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung (ein sogenanntes Clocking) zwischen den beiden Bauteilen 11 und 12 eingehalten ist.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird in einer ersten Stufe des Rotationsreibschweißverfahrens das auf der ersten Spindel 14 positionierte Bauteil 11 drehend bewegt und das auf der zweiten Spindel 15 positionierte, nicht-drehende Bauteil 12 wird mit einer vorbestimmten Kraft gegen das drehende Bauteil 11 gedrückt. Hierbei passen sich die Fügeflächen 21 und 22 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 aneinander an, es wird Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 realisiert und es bildet sich eine Verbindungswulst 20 aus.

Es liegt nun im Sinne der hier vorliegenden Erfindung einerseits die Abstauchung und andererseits die Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während des Rotationsreibschweißens online zu überwachen. Wird hierbei festgestellt, dass eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 erreicht ist, so wird in einer zweiten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens das stillstehende Bauteil 12, welches auf der zweiten Spindel 15 angeordnet ist, derart freigegeben, dass es zusammen mit dem rotierenden Bauteil 11 rotieren kann. Dies wird dadurch realisiert, dass die zweite Spindel 15 freigegeben wird und zusammen mit dem Bauteil 11 bzw. der ersten Spindel 14 rotieren kann.

Es liegt weiterhin im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, dass dann, wenn beide miteinander verbundenen Bauteile 11 und 12 gemeinsam rotieren, ein Nachstauchen mit einer erhöhten Stauchkraft durchgeführt wird. Hierzu werden die miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile 11 und 12 mit einer bestimmten Kraft gegeneinander gedrückt.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass unmittelbar nach dem Freigeben des stillstehenden Bauteils 12 bei Erreichen einer vorbestimmten Abstauchung sowie Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 das Bauteil 11 bereits mit der vollen Drehzahl der ersten Spindel 14 rotiert, das zuvor stillstehende Bauteil 12 jedoch

auf die Drehzahl des bereits rotierenden Bauteils 11 beschleunigt werden muss. Bei diesem Beschleunigen des zuvor stillstehenden Bauteils 12 auf die Drehzahl des rotierenden Bauteils 11 wirken Trägheitskräfte. Aufgrund dieser Trägheitskräfte unterliegt die Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 einer Veränderung. Diese Veränderung wird im Sinne der hier vorliegenden Erfindung zur Bestimmung des Zeitpunkts, zu welchem das zuvor stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird, berücksichtigt. Abhängig von den Massen der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 sowie abhängig von der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils 11 wird die Relativstellung zwischen den beiden Bauteilen 11 und 12 bestimmt, bei welcher das zuvor stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird. Aus den Massen der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 und der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils 11 kann auf die Veränderung der Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 geschlossen werden. Aus einer vektoriellen Addition der Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen bei Freigabe des stillstehenden Bauteils 12 und der Veränderung der Relativstellung während der Beschleunigungsphase des stillstehenden Bauteils 12 ergibt sich die Relativstellung zwischen den Bauteilen 11 und 12 nach Beendigung des Rotationsreibschweißens.

Das erfindungsgemäße Rotationsreibschweißverfahren untergliedert sich demnach, wie bereits oben erwähnt, in zwei Stufen. In einer ersten Stufe wird das Bauteil 11 drehend bewegt und das Bauteil 12 steht still und wird mit einer vorbestimmten Kraft gegen das drehende Bauteil 11 gedrückt. Eine sich hierbei ausbildende Abstauchung sowie Relativstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 wird gemessen und überwacht. Wird hierbei festgestellt, dass eine vorgegebene Abstauchung sowie vorgegebene Relativstellung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen erreicht ist, so wird die zweite Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens dadurch eingeleitet, dass das stillstehende Bauteil 12 freigegeben wird, sodass es zusammen mit dem drehenden Bauteil 11 rotieren kann. Hierzu muss das zuvor stillstehende Bauteil 12 zuerst auf die Drehzahl des rotierenden Bauteils 11 beschleunigt werden. Darauffolgend wird ein Nachstauchen der miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile 11 und 12 durchgeführt. Die Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteile unterliegt dann keiner Änderung mehr. Die vorgegebene Relativstellung bzw. Winkelstellung in Umfangsrich-

tung, bei welcher die Freigabe des zuvor stillstehende Bauteils 12 erfolgt, ergibt sich aus der gewünschten Relativstellung bzw. Winkelstellung zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 korrigiert um den Betrag, um welchen sich die Relativstellung bzw. Winkelstellung während der Beschleunigung des zuvor stillstehenden Bauteils 12 auf die Drehzahl des drehenden Bauteils 11 verändert.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird neben dem Rotationsreibschweißverfahren auch eine neuartige Rotationsreibschweißanlage vorgeschlagen. Die wesentlichen Details der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens liegen darin, dass die zweite Spindel 15, auf welcher das stillstehende Bauteil 12 gelagert ist, über eine Halteeinrichtung blockiert ist. Während der ersten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens blockiert die Halteeinrichtung die zweite Spindel 15 und hält diese demnach fest. In der zweiten Stufe des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens hingegen gibt die Halteeinrichtung die zweite Spindel 15 frei, sodass dieselbe rotieren kann.

Die Halteeinrichtung zum Blockieren sowie Lösen der zweiten Spindel 15 kann zum Beispiel, wie in Fig. 3 und 4 dargestellt, ausgebildet sein. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 sind der zweiten Spindel 15 Permanentmagneten 24 und 25 zugeordnet. Die Halteeinrichtung wird von Elektromagneten 26 gebildet, die umpolbar ausgebildet sind. In der Darstellung der Fig. 3 sind die Elektromagneten 26 derart gepolt, dass die zweite Spindel 15 blockiert ist. In der Darstellung gemäß Fig. 4 hingegen sind die Elektromagneten 26 umgepolt, sodass die zweite Spindel 15 im Sinne des Pfeils 27 rotieren kann. Nach dem Umpolen dient die magnetische Halteeinrichtung als Magnetlager.

Zur Überwachung der Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 sowie zur Überwachung der Relativstellung in Umfangsrichtung der miteinander zu verbindenden Bauteilen 11 und 12 sind der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage entsprechende Messeinrichtungen zugeordnet. Die beiden Spindeln 14 und 15 sind vorzugsweise auf reibungsarmen Axiallagern, insbesondere auf Wälzlagern, gelagert, sodass in der zweiten Phase des erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahrens, in welchem beide miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 mit derselben Drehzahl rotieren, eine Stauchkraft zum Nachstauchen auf die beiden Bauteile 11 und 12 aufgebracht werden kann.

Mit dem erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißverfahren sowie der erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage können fertig bearbeitete, integral beschaukelte Rotorscheiben mit der richtigen Winkelorientierung zu Blisktrommeln verbunden werden. Die Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden, integral beschaukelten Rotorscheiben kann dabei sehr genau eingestellt werden. Die Gefahr einer Verdrehung der Rotationsreibschweißanlage und damit Beeinträchtigung der Verbindung zwischen den miteinander zu verbindenden integral beschaukelten Rotorscheiben durch das Moment, das abgefangen werden müsste, wenn das zuvor stillstehende Bauteil nicht freigegeben würde, entfällt. Insgesamt zeichnet sich demnach das erfindungsgemäße Rotationsreibschweißverfahren durch eine sehr genaue Verbindung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen und aus.

Patentansprüche

1. Rotationsreibschweißverfahren zum Fügen bzw. Verbinden von Bauteilen, wobei ein erstes Bauteil (11) drehend bewegt wird, wobei ein zweites Bauteil (12) stillsteht, wobei das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden, und wobei sich hierbei Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) aneinander anpassen und im Bereich der Fügeflächen eine Verbindungswulst (20) entsteht, dadurch gekennzeichnet, dass eine Relativstellung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen (11, 12) gemessen wird, und dass dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil (12) derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.
2. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei rotationssymmetrische Bauteile (11, 12) derart miteinander verbunden werden, dass einerseits die Längsachsen der beiden Bauteile (11, 12) aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen, und dass andererseits in Umfangsrichtung eine vorgegebene Relativstellung, insbesondere eine vorgegebene Winkelstellung, zwischen den beiden Bauteilen (11, 12) eingehalten ist.
3. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) als integral beschaufelte Rotorscheiben ausgebildet sind, wobei die Relativstellung, insbesondere die Winkelstellung, in Umfangsrichtung zwischen den beiden Rotorscheiben durch die gewünschte relative Schaufelstellung der beiden Rotorscheiben bestimmt wird.
4. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn beide Bauteile (11, 12) miteinander verbunden sind und gemeinsam rotieren, eine zusätzliche Abstauchung erfolgt.
5. Rotationsreibschweißverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

dass hierzu die beiden miteinander verbundenen und gemeinsam rotierenden Bauteile (11, 12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden.

6. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die vorgegebene Relativstellung, bei welcher bei erreichter vorgegebener Abstauchung das stillstehende Bauteil (12) freigegeben wird, zumindest als Funktion der beiden Massen der miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) und als Funktion der Drehzahl des drehend bewegten Bauteils (11) unmittelbar vor der Freigabe des stillstehenden Bauteils (12) bestimmt wird.
7. Rotationsreibschweißverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Relativstellung und die Abstauchung zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) während des Reibschweißens online gemessen wird.
8. Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit einer ersten Spindel (14) und einer zweiten Spindel (15), wobei auf der ersten Spindel (14) ein erstes Bauteil (11) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) und auf der zweiten Spindel (15) ein zweites Bauteil (12) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) gelagert ist, und mit einer Einrichtung, um für das Rotationsreibschweißen das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft gegeneinander bzw. aneinander zu drücken,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Spindel (15) über eine Halteinrichtung blockiert ist, und dass die Halteinrichtung dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) erreicht ist, derart lösbar ist, dass das stillstehende Bauteil (12) zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.
9. Rotationsreibschweißanlage nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden Spindeln (14, 15) auf einem reibungsarmen Axiallager gelagert ist.

10. Rotationsreibschweißanlage nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Blockieren und Lösen der zweiten Spindel (15) über eine
magnetische Halteinrichtung erfolgt, für zum Lösen der zweiten Spin-
del (15) umpolbar ist und nach dem Umpolen als Magnetlager dient.
11. Rotationsreibschweißanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8
bis 10,
gekennzeichnet durch
mindestens eine Messeinrichtung zur Überwachung der Abstauchung zwi-
schen den miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12).
12. Rotationsreibschweißanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 8
bis 10,
gekennzeichnet durch
mindestens eine Messeinrichtung zur Überwachung der Relativstellung
in Umfangsrichtung zwischen den miteinander zu verbindenden Bautei-
len (11, 12).

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Rotationsreibschweißverfahren zum Fügen bzw. Verbinden von Bauteilen, wobei ein erstes Bauteil (11) drehend bewegt wird, wobei ein zweites Bauteil (12) stillsteht, wobei das drehend bewegte Bauteil (11) und das stillstehende Bauteil (12) mit einer bestimmten Kraft aneinander gedrückt werden, und wobei sich hierbei Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) aneinander anpassen und im Bereich der Fügeflächen eine Verbindungswulst (20) entsteht.

Erfindungsgemäß wird eine Relativstellung und eine Abstauchung zwischen den miteinander zu verbinden Bauteilen (11, 12) gemessen, wobei dann, wenn eine vorgegebene Abstauchung und eine vorgegebene Relativstellung erreicht ist, das stillstehende Bauteil (12) derart freigegeben wird, dass es zusammen mit dem drehend bewegten Bauteil (11) rotiert.

(Fig.1)